

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**MORFOLOŠKA SVOJSTVA I PRINOS KRASTAVCA
POD UTJECAJEM BIOSIMULATORA**

DIPLOMSKI RAD

Jurica Jakunić

Zagreb, prosinac, 2017.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:
Hortikultura-Povrćarstvo

**MORFOLOŠKA SVOJSTVA I PRINOS KRASTAVCA
POD UTJECAJEM BIOSTIMULATORA**

DIPLOMSKI RAD

Jurica Jakunić

Mentor: doc. dr. sc. Božidar Benko

Zagreb, prosinac, 2017.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Jurica Jakunić**, JMBAG 1191208229, rođen dana 23.01.1987. u Zagrebu, izjavljujem
da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

MORFOLOŠKA SVOJSTVA I PRINOS KRSTAVCA POD UTJECajem BIOSIMULATORA

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta / studentice

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta **Jurice Jakunića**, JMBAG 1191208229, naslova

MORFOLOŠKA SVOJSTVA I PRINOS KRSTAVCA POD UTJECAJEM BIOSTIMULATORA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

- | | | | |
|----|-------------------------------|--------|-------|
| 1. | doc. dr. sc. Božidar Benko | mentor | _____ |
| 2. | doc. dr. sc. Sanja Fabek Uher | član | _____ |
| 3. | prof. dr. sc. Nina Toth | član | _____ |

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Cilj istraživanja	1
2. Pregled literature	2
2.1. Morfološka i biološka svojstva krastavca	2
2.2. Hranidbena vrijednost	4
2.3. Izbor kultivara	4
2.4. Hidroponski uzgoj	5
2.5. Biostimulatori	6
2.5.1. Podjela biostimulatora	7
2.5.1.1. Mikrobiološki inokulanti	7
2.5.1.2. Huminske kiseline	8
2.5.1.3. Fulvo kiseline	9
2.5.1.4. Proteinski hidrolizati i aminokiseline	9
2.5.1.5. Ekstrakti algi	10
3. Materijali i metode	12
3.1. Testirani kultivari	12
3.1.1. Bosco	12
3.1.2. Tajfun	12
3.2. Primijenjeni biostimulatori	12
3.2.1. Bioplex	12
3.2.2. EkoBooster 2	13
3.3. Provedba pokusa	14
4. Rezultati i rasprava	17
4.1. Temperatura i relativna vlaga zraka	17
4.2. pH- i EC-vrijednost hranjive otopine	18
4.3. Morfološka svojstva ploda	19
4.4. Masa tržnih plodova	20
4.5. Tržni prinos	21
4.6. Udio tržnih i netržnih plodova	22
5. Zaključci	24
6. Popis literature	25
7. Životopis	29

Sažetak

Diplomskog rada studenta **Jurice Jakunića**, naslova

MORFOLOŠKA SVOJSTVA I PRINOS KRASTAVCA POD UTJECAJEM BIOSTIMULATORA

Uzgoj krastavca u negrižanim zaštićenim prostorima omogućava nešto raniju sadnju nego na otvorenom, pri čemu postoji rizik pojave temperatura nižih od minimalnih za rast, što može stresno utjecati na biljku. Istraživanjima je utvrđeno da biostimulatori uz povećanje asimilacijske površine pozitivno utječu na povećanje otpornosti biljaka prema stresnim uvjetima. Stoga je provedeno istraživanje s ciljem testiranja utjecaja biostimulatora Bioplex i EkoBooster 2 na morfološka svojstva ploda i prinos krastavca (cv. Bosco i Tajfun) u hidroponskom uzgoju u usporedbi sa netretiranom kontrolom. U periodu od 30. svibnja do 25. srpnja obavljeno je trinaest berbi. U svakoj berbi utvrđen je broj i masa tržnih te udio netržnih plodova. Također, praćene su morfološke karakteristike (duljina, promjer i masa) tržnih plodova tijekom plodonošenja. Tijekom vegetacije krastavca u negrižanom zaštićenom prostoru zabilježena su značajna variranja temperature i relativne vlage zraka te sastava hranjive otopine. Prilikom praćenja morfoloških svojstava ploda utvrđeno je da se testirani kultivari međusobno značajno razlikuju, dok je pozitivan utjecaj primijenjenih biostimulatura izostao. Testirani kultivari su se značajno razlikovali po masi tržnih plodova (236 g Bosco i 215 g Tajfun) i ostvarenom tržišnom prinosu (3775 g/biljci Bosco i 3160 g/biljci Tajfun). Tijekom perioda plodonošenja nisu utvrđene signifikantne razlike između primijenjenih biostimulatura i kontrole što se tiče mase tržnih plodova i tržišnog prinosa. Signifikantne razlike utvrđene su između interakcija kultivara i biostimulatura, no one su uzrokovane značajnim razlikama među testiranim kultivarima. Masa ploda je bila u rasponu od 214 do 248 g, a tržišni prinos je varirao od 2836 do 3915 g/biljci. Temeljem rezultata preporučuje se ponoviti istraživanje uz nešto raniju sadnju u zaštićenom prostoru koji ima mogućnost boljeg reguliranja mikroklimatskih čimbenika i uz odabir većeg broja kultivara i biostimulatura sa svrhom dobivanje točnijih rezultata.

Ključne riječi: *Cucumis sativus* L., kultivar, biostimulator, morfološke karakteristike, tržišni prinos

Summary

Of the master's thesis – student **Jurica Jakunić**, entitled

MORPHOLOGICAL TRAITS AND YIELD OF CUCUMBER AFFECTED BY BIOSTIMULANTS

Cucumber growing in the unheated greenhouses allows earlier planting than in the open field, where there is a risk of lower temperatures than the minimum for growth, which can affect the plant. Studies have shown that the biostimulants increase of the asimilation surface with a positive effect on increasing the plants resistance to stress conditions. Therefore, a study was carried out to test the influence of biostimulants Bioplex and EcoBooster 2 on the morphological properties of cucumber (cv. Bosco and Tajfun) and cucumber yield, compared to untreated control. Thirteen harvests were done in the period from 30 May to 25 July. In each harvest, the number and weight of the marketable and the share of unmarketable fruits were determined. Also, the morphological characteristics (length, diameter and weight) of the marketable fruits during the harvest period were observed. During the cucumber vegetation in the unheated greenhouse, significant variations of air temperature and relative humidity and the composition of the nutrient solution were noted. When monitoring morphological characteristics of fruits, it was found that the tested cultivars differed significantly, while the positive effect of the applied biostimulants was absent. Tested cultivars differed significantly on the weight of marketable fruits (236 g Bosco and 215 g Tajfun) and achieved marketable yield (3775 g/plant Bosco and 3160 g/plant Tajfun). There was no significant difference between applied biostimulants and control regarding marketable fruits weight and yield. Significant differences were found between interactions between cultivars and biostimulants, but they were caused by significant differences among tested cultivars. The fruit weight ranged from 214 to 248 g, and the marketable yield varied from 2836 to 3915 g/plant. Based on the achieved results it could be recommended to repeat the research with some earlier planting in the greenhouse with the possibility of microclimatic conditions regulation and with the selection of a higher number of cultivars and biostimulants to achieve more accurate results.

Keywords: *Cucumis sativus* L., cultivar, biostimulant, morphological characteristics, marketable yield

1. Uvod

Krastavac je poslije paprike i rajčice najznačajnija povrćarska kultura u proizvodnji u zaštićenim prostorima. Uzgoj u staklenicima počeo je u Engleskoj u 19. stoljeću (Lešić i sur. 2004.). Zbog povećanja potražnje za izvansezonskim svježim povrćem u današnje vrijeme, došlo je do proširenja proizvodnje na tlu, ali i u hidroponskom uzgoju. Hidroponski uzgoj predstavlja uzgoj bez tla, tj. uzgoj sa ili bez supstrata, uz primjenu hranjive otopine koja sadržava otopljene sve makro- i mikroelemente potrebne za rast i razvoj biljaka. Takav uzgoj omogućava raniji početak i duže trajanje sezone, te intenzivniji rast biljaka zbog bolje opskrbljenosti biljaka hranjivima, vodom i kisikom.

Unatoč mogućnostima reguliranja mikroklimatskih uvjeta u zaštićenom prostoru, pri uzgoju u negrijanim zaštićenim prostorima postoji rizik pojave temperatura nižih od minimalnih za rast. Takvi uvjeti mogu imati stresno djelovanje na biljku. Također, iako je biljka u hidroponskom uzgoju optimalno opskrbljena vodom i hranjivima, visoke temperature tijekom ljeta mogu negativno utjecati na prinos.

Istraživanjima je utvrđeno da primjena biostimulatora povećava otpornost biljaka na suboptimalne i stresne uvjete proizvodnje. Biostimulatori se definiraju kao sve fiziološki aktivne tvari koje u određenim uvjetima stimulacijski ili inhibicijski djeluju na fiziološko-biokemijske procese u biljci što rezultira prvo metaboličkim promjenama, a zatim i morfološkim (Vukadinović i sur. 2014.). Stoga se očekuje da će krastavac tretiran biostimulatorima biti otporniji na temperaturno suboptimalne uvjete proizvodnje, što će se povoljno odraziti na tržišni prinos.

1.1. Cilj istraživanja

Cilj provedenog istraživanja bio je testirati utjecaj primijenjenih biostimulatora rasta na morfološka svojstva ploda i prinos krastavca u hidroponskom uzgoju u usporedbi sa netretiranim kontrolom, pri uzgoju u negrijanom zaštićenom prostoru tijekom proljetno-ljetnog roka uzgoja.

2. Pregled literature

2.1. Morfološka i biološka svojstva krastavca

Krastavac je jednogodišnja biljka iz porodice Cucurbitaceae.

Korijen krastavca pretežno je površinski, raste u širinu u gornjih 20 do 30 cm tla, manji dio dopijeva dublje od 50 cm. U početku rasta korijen brže raste od stabljike, pa je tako u vrijeme pojave prvog lista tri puta duži od stabljike. Kasnije se taj omjer smanjuje, a u vrijeme početka cvatnje dužina stabljike nadmašuje dužinu korijena. Korijen je osjetljiv na povrede pa se u pravilu presađuje s grudom supstrata odnosno kao presadnice uzgojene u lončićima (slika 2.1.1.).



Slika 2.1.1. Presadnica krastavca sa grudom supstrata

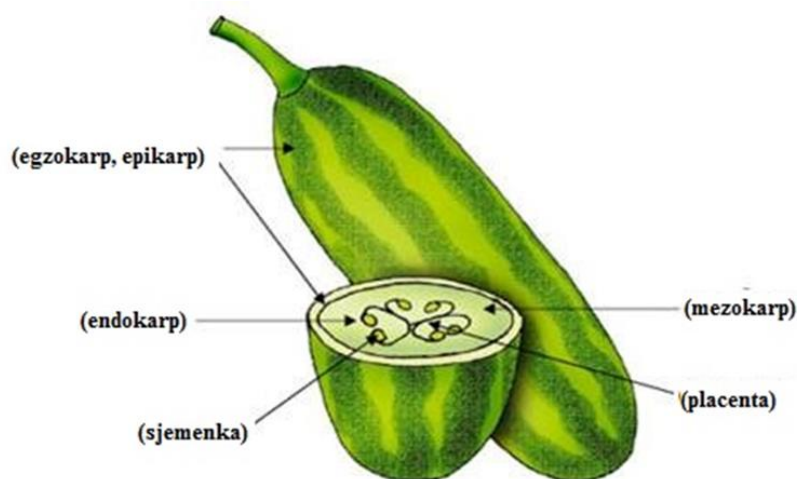
Izvor: <https://thumbs.dreamstime.com>

Stabljika je vriježa koja može narasti i više od 10 metara. Iz pazuha listova razvijaju se sekundarne vriježe, na ovim tercijarne, a ovisno o načinu uzgoja i vriježe viših redova. Stabljika se širi horizontalno po tlu, a ako ima potporu penje se pomoću vitica na svakom koljencu (Lešić i sur. 2004.).

List jednostavan, krupan, peterokrpasti, dlakav, a na naličju lista jako je izraženo 5 glavnih žila. Prema vrhu glavne i postranih vriježa veličina lišća se ponešto smanjuje.

Cvijet je jednospolan, a biljke su većinom jednodomne. Čaška se sastoji od 5 lapova. Vjenčić je sulatičan i sastoji se od 5 latica. U muškom cvijetu ima 5 prašnika. Rijetko su slobodni, češće srasli po 2 ili 4, a jedan je slobodan. Ginecej se sastoji od 3 plodnička lista, plodnica je podrasla i trodijelna, te u sebi ima mnogobrojne parietalno marginalno smještene sjemenne zametke. Ženski cvjetovi su pojedinačni, rjeđe po dva ili više na kratkim stapkama, a muški su u grozdastom cvatu, s više cvjetova (Lešić i sur. 2004.).

Plod krastavca (slika 2.1.2.) je peponis, koji se razvio iz plodnice i usplođa, valjkastog je oblika, različite veličine, tamnozeleno do svjetlozelene boje, rjeđe s uzdužnim svjetlijim prugama. Na površini ima pupoljke s crnom ili bijelom bodljicom. U fiziološkoj zrelosti boja ploda se mijenja u žutu, smeđu ili bijelu. U normalno razvijenom plodu ima 100 do 400 sjemenki. Vretenasto spljoštenog oblika, krem bijele boje, apsolutne težine 25 do 38 g. U dobrim uvjetima klijavost mogu zadržati 6 do 7 godina. Kod krastavca je česta partenokarpija – zatezanje i razvoj plodova bez sjemena (Lešić i sur. 2004.).



Slika 2.1.2. Morfologija ploda krastavca

Izvor: <http://biology4isc.weebly.com>

Sjeme krastavca brzo klija ako su uvjeti optimalni. Pri temperaturi od 25 do 35 °C uz dovoljno vlage, nicanje može nastupiti za 2 do 3 dana. Ako su temperature bliske minimalnim (12 do 13 °C) nicanje se produžuje na 15 do 20 dana, a mogu nastati i veliki gubitci u sklopu. Normalna poljska klijavost ne može se očekivati pri temperaturama nižim od 17 °C.

Za vegetativni rast krastavca potrebne su temperature više od 15 °C, dok je rast najbrži pri 25 do 27 °C, a na 40 °C se zaustavlja. Pri uzgoju u zaštićenim prostorima optimalna je temperatura za sunčana vremena 26 do 30 °C. Temperature ispod 10 °C pogubne su za krastavac. Prvi se znakovi oštećenja javljaju već nakon 2 do 3 dana. Prvo odumiru stariji, a potom mlađi listovi i vegetacijski vrh (Lešić i sur. 2004.).

Cvatnja krastavca započinje pri temperaturi oko 15 °C, ali peludne kesice pucaju tek pri 17 °C, a oprašivanje je najbolje pri 18 do 21 °C. Cvjetovi se u pravilu otvaraju rano ujutro te ovisno o temperaturi mogu ostati otvoreni od 5 do 8 sati, a pri nižim temperaturama i do 2 dana. Oprašuju ih kukci, najviše pčele, a za kvalitetna oplodnja neophodno je nekoliko posjeta pčele.

Plodovima je ovisno o tipu kultivara i oplodnji do tehnološke zriobe potrebno 6 do 11 dana za konzervne kultivare, odnosno 12 do 21 dan za salatne kultivare. Do fiziološke zriobe potrebno je oko 60 dana. Brzina rasta pojedinih plodova ovisi o broju plodova na biljci, što ih

je više to sporije rastu. Ako se ubere jedan ili više njih, ubrzava se rast preostalih. Plodovi bliži vegetacijskom vrhu brže rastu. Veliki, neubrani i oplođeni plodovi uzrokuju usporen rast preostalih plodova. Neoplođeni partenokarpni plodovi ne uvjetuju tu pojavu. Kod uzgoja na otvorenom u povoljnim uvjetima plodonošenje može trajati i do 90 dana, a u zaštićenim prostorima i dulje.

Krastavac ima velike potrebe prema vodi, tlu i zraku. Optimalni uvjeti za proizvodnju krastavca iznose od 70 do 100% poljskog vodnog kapaciteta u tlu i 70 do 90% relativne vlage zraka. Danas je bilo koja profesionalna proizvodnja nezamisliva bez navodnjavanja.

Krastavac nema velike zahtjeve prema svjetlu kao paprika i rajčica, ali pri većem intenzitetu postiže brži rast i razvoj cvjetova i plodova (Lešić i sur. 2004.).

2.2. Hranidbena vrijednost

Krastavci su niskokalorična namirnica. U 100 g svježeg krastavca ima 8 do 10 kcal odnosno 3 do 42 kJ. To se vidi iz sastava osnovnih hranjivih tvari, u gramima na 100 g svježeg ploda (tablica 2.2.1.). Od minerala je najviše zastupljen kalij 67 do 200, fosfor 17 do 30, kalcij 10 do 25, natrij 5 do 13, željezo 0,3 do 1,1 mg/100 g svježe tvari.

Tablica 2.2.1. Udio osnovnih hranjivih tvari, u gramima na 100g svježeg ploda krastavca (Lešić i sur. 2004.)

Voda	94,3-98,2
Sirove bjelančevine	0,3-1,96
Sirove masti	0,05-0,3
Ugljikohidrati	1,0-2,5
Šećeri	1,1-2
Vlakna	0,3-1,24
Minerali	0,04-0,89

2.3. Izbor kultivara

Izbor hibrida krastavaca ovisi o tehnologiji proizvodnje i namjeni, kao i o zahtjevima tržišta. Za korištenje krastavca u svježem stanju koriste se tzv. salatni kultivari, koji mogu biti s kratkim plodovima od 16 do 18 cm i s dugim 20 do 35 cm. Najviše se koriste pretežito ženski i čisto ženski hibridni (F1) kultivari, uz koje se prodaju mješani s 10 posto sličnog jednodomnog kultivara. Za uzgoj u zaštićenom prostoru najviše se proizvode partenokarpni čisto ženski hibridi kojima ne trebaju oprašivači (Parađiković 2009.).

Dva su osnovna tipa kultivara za uzgoj u zaštićenom prostoru:

- Holandski – najviše se uzgaja u staklenicima tijekom cijele godine s naglaskom na zimsko razdoblje. Imaju duge, glatke ili malo rebraste plodove, s više ili manje izraženim „vratom“ pri stapki ili malo zašiljenom vrhom. Većinom su tamnozeleni i sjajni, dugi 30 do 40 cm, a promjera 4 do 6 cm;
- Mini ili Beth Alpha – kultivari koji se više cijene na našem tržištu. Uzgajaju se pretežito u plastenicima i tunelima s grijanjem ili bez njega u proljetnom, ljetnom ili jesenskom razdoblju. Plodovi su manji, valjkasti, tupih ili blago zašiljenih vrhova, glatki ili malo rebrasti, s rijetkim sitnim bradavicama, s bijelim ili crnim bodljicama. Jasnozelene su boje, često sjajni, 15 do 20 cm dugi i promjera 4 do 6 cm.

Za oba tipa kultivara u katalogima se naročito naglašava otpornost na bolesti uzrokovane gljivicama *Cladosporium cucumerinum*, *Corynespora cassiicola* i *Spherotheca filiginea* i CMV virus. Od fizioloških svojstava naročito se traži otpornost na suboptimalne temperature i višu koncentraciju soli u tlu ili supstratu (Lešić i sur. 2004.).

2.4. Hidroponski uzgoj

Primjenom hidroponske tehnologije uzgoja u zaštićenim prostorima postižu se povoljniji uvjeti rasta i razvoja biljaka u odnosu na konvencionalni uzgoj. Uzgojem na organskim i anorganskim supstratima izbjegavaju se problemi narušavanja fizičkih, mikrobioloških i kemijskih svojstava tla koji nastaju kao rezultat uzastopne višegodišnje proizvodnje u tlu. Biljke su optimalno opskrbljene hranjivima i vodom, brže rastu, te se skraćuju pojedine fenofaze u usporedbi s uzgojem na tlu. Navedeno se postiže usklađivanjem učestalosti i trajanja obroka navodnjavanja tijekom dana s intenzitetom svjetlosti, vrstom i volumenom supstrata po biljci, te fenološkom fazom biljke. Istovremeno je potrebno mjeriti količine procijeđene hranjive otopine, jer je temeljem tih podataka mogu odrediti učestalost i trajanje navodnjavanja. EC-vrijednost procijeđene otopine je rezultat intenziteta usvajanja i količine hranjiva usvojenih od strane biljke (Benko i Fabek 2009.).

Prednosti hidropona su: uzgoj na lokacijama s neplodnim tlima ili bez tla, uzgoj jedne kulture (nema plodosmjene), bolja kontrola opskrbe biljaka vodom, bolja kontrola opskrbe biljnim hranjivima, reducirana pojava biljnih štetočinja, čuvanje podzemnih voda (zatvoreni hidroponski sustav), bolja kontrola mikroklimatskih uvjeta, veće iskorištenje vode i biljnih hranjiva, lakše planiranje dinamike svih poslova, lakši poslovi u pripremi, sadnji, njezi usjeva i berbi; veća racionalizacija rada (učinci), veća produkcija biomase po jedinici površine i jedinici vremena; brži rast i ranija berba; ukupno veći prinosi (Borošić i sur. 2011.).

Nedostaci hidroponske proizvodnje su: viši troškovi investicija, važan pravilan odabir sortimenata, moguća je veća brojnost biljnih štetočinja kroz ventilacijske otvore zbog smanjene populacije prirodnih neprijatelja, moguće je onečišćenje tla i podzemnih voda (otvoreni hidroponski uzgoj), potrebno je više znanja (Borošić i sur. 2011.).

Glavni oblik proizvodnje plodovitog povrća u hidroponskom uzgoju je uzgoj na supstratima. U ovom načinu proizvodnje supstrat predstavlja medij čija uloga učvršćivanje korijenovog sustava, održavanje vode u obliku pristupačnom biljkama, otjecanje viška hranjiva te osiguravanje izmjene zraka. Supstrat ne smije mijenjati svoje kemijske osobine u dodiru s vodom i hranjivima te sadržavati toksične tvari. Mora biti sterilan, inertan i imati odgovarajući kapacitet za vodu, zrak i hranjivu otopinu te povoljan odnos makro i mikro pora. Pri odabiru supstrata može se birati između supstrata anorganskog, organskog i sintetičkog porijekla (Parađiković 2009.).

Kamena vuna inertni je anorganski supstrat dobiven od bazalta, vapnenca i kokosa na temperaturi od 1600 °C i zbog toga potpuno sterilan. Glavna su joj svojstva da ima malu volumnu masu (55 do 90 kg/m³), veliki volumen pora, veliki kapacitet za vodu i dobru upojnu sposobnost. Za primjenu u uzgoju krastavca dolazi u pločama širine 20 cm, 7,5 cm debljine i različite dužine. Tlo u zaštićenom prostoru pokrije se bijelom folijom, uzduž redova postave se polistirenske ploče, koje su dobar toplinski izolator, a u njima mogu se postaviti dodatne cijevi za zagrijavanje. Ploče kamene vune umotaju se u crnobijelu foliju i ostave otvori za presadnice. Presadnice uzgojene u kockama kamene vune, sa strane umotane u foliju postavljaju se na ploče na planirani razmak. Sustavom navodnjavanja kapanjem primjenjuje se hranjiva otopina usklađena s potrebama razvoja biljke u konkretnim uvjetima temperatura i intenziteta svjetla. Mjere njege jednake su kao i u uzgoju na tlu (Lešić i sur. 2004.).

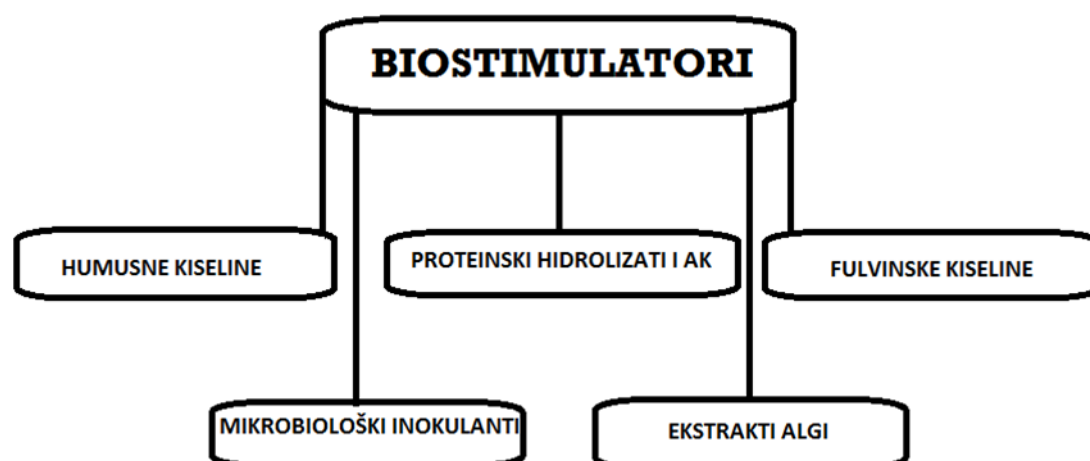
2.5. Biostimulatori

Suvremeni uzgoj povrća i ukrasnog bilja obično podrazumijeva upotrebu velikih količina gnojiva i zaštitnih sredstava. No, dostupnost velikih količina biljnih hranjiva ne rezultira uvijek većom kvalitetom proizvoda. Naprotiv, prekomjerna gnojidba, posebice dušikom stimulira vegetativni rast sa većom osjetljivosti na patogene (Liebman i Davis 2000.). Kod lisnatog povrća, pretjerana dostupnost nitrata često rezultira akumuliranjem u listovima sa razinama većim od onih reguliranih EU propisima. Velike količine dušičnih gnojiva mogu imati štetan utjecaj na okoliš, primjerice otjecanje nitrata u vode može povećati efekt staklenika emisijama dušikova oksida (Mattner i sur. 2013.).

Biostimulatori postaju popularni u održivoj poljoprivredi jer njihova upotreba aktivira nekoliko fizioloških procesa koji poboljšavaju efikasnost korištenja hranjiva, stimulirajući rast biljke, dopuštajući smanjenje utroška gnojiva (Calvo i sur. 2014.). Mnogi biostimulatori pomažu biljci da se odupre djelovanjima biotskih i abiotskih stresova, povećavajući kvalitetu i prinos stimulirajući fiziološke procese u biljci (Ziosi i sur. 2013.).

2.5.1. Podjela biostimulatora

Prema du Jardin (2015) biostimulatorima se smatraju sve tvari ili mikroorganizmi primijenjeni na biljku s ciljem poboljšanja efikasnosti ishrane, tolerantnosti na stresne uvjete i/ili kvalitativna svojstva bez obzira na sadržaj hranjiva. Podjela biostimulatora prema fiziološki aktivnoj tvari prikazana je na slici 2.5.1.1.



Slika 2.5.1.1. Podjela biostimulatora prema Calvo i sur. (2014).

2.5.1.1. Mikrobiološki inokulanti

Mikrobiološki inokulanti su biološki proizvodi koji sadrže žive mikroorganizme koji, primijenjeni na sjeme, biljne površine ili supstrat, potpomažu rast pomoću nekoliko mehanizama, primjerice povećavajući zalihi hranjiva, biomasu korijena ili korjenova prostora, te kapacitet biljke za usvajanje hranjiva. Ova vrsta biostimulatora uglavnom uključuje bakterije i gljive, izolirane iz okoliša uključujući tlo, biljke, ostatke biljaka, vodu i kompost. Među najproučavanijim biostimulatorima su rizobakterije koje pomažu rast biljke (PGPR) i bakterije koje pomažu rast biljke (PGPB), a obje vrste su većinom izolirane iz rizosfere (Calvo i sur. 2014.).

Tijekom razvoja efektivnih mikrobioloških inokulanata, nekoliko čimbenika treba uzeti u obzir. Na primjer, vrsta i varijetet biljke može ponekad biti odlučujući čimbenik ukoliko se žele iskoristiti pozitivni učinci korištenja biostimulatora (Calvo i sur. 2014.).

Apliciranje bakterije *B. licheniformis* koja proizvodi citokinin rezultiralo je poboljšanim dijeljenjem stanica, većom količinom klorofila, te povećanim kotiledonima kod krastavca (Hussain i Hasnain 2009.).

2.5.1.2. Huminske kiseline

Humusne tvari su krajnji produkti mikrobiološke razgradnje i kemijske degradacije uginulih biota u tlu i smatra se da spadaju u najobilniju skupinu prirodnih organskih molekula na zemlji te su glavna komponenta organske tvari tla (Nardi i sur. 2009.). U tlu humusne tvari igraju ključnu ulogu u raznim funkcijama tla i biljke poput kontrole dostupnosti hranjiva, izmjene ugljika i kisika između tla i atmosfere, te transformacije i transporta toksičnih kemikalija (Calvo i sur. 2014.). Uz navedeno, humusne tvari utječu na fiziologiju biljke (tablica 2.5.2.2.1.), te sastav i funkciju mikroorganizama rizosfere (Varanini i Pinton 2001.).

Tablica 2.5.1.2.1. Sažetak zabilježenih djelovanja huminskih kiselina na rast krastavca, unos hranjivih tvari, te fiziologiju krastavca

Literaturni izvor	Uvjeti istraživanja	Zabilježeni utjecaji na rast i unos hranjivih tvari	Utjecaj na fiziologiju biljke
Aguirre i sur. 2009.	Komora za rast	Bez utjecaja na rast korijena	Povećana transkripcija gena koji kodira Fe(III) kelat-reduktaze (CsFR01) i Fe(II) korjenov transporter (CsIRT1); povećana aktivnost H ⁺ -ATPaze
El-Nemr i sur. 2012.	Testovi u polju, 2 godine, folijarno	Povećan rast biljke i prinos, te bolji unos N, P, K, Ca i Mg	
Karakurt i sur. 2009.	Istraživanje kvalitete prinosa i plodova u stakleniku, 2 godine, organski uzgoj	Povećan ukupan prinos plodova, ukupni topivi šećeri, reducirajući šećeri i klorofil b	
Mora i sur. 2010.	Hidroponski uzgoj u komori za rast	Pojačan rast izdanaka, povećana koncentracija NO ₃ u izdancima i smanjena u korijenu	Povećana aktivnost H ⁺ -ATPaze, signifikantne promjene u korijen-izdanak distribuciji NO ₃ , citokinina i poliamina

Kemijska struktura humusnih tvari utječe na njihovu funkciju. Do osamdesetih godina prošlog stoljeća općepriznato je da je hormonska aktivnost izložena mnogim fulvo kiselinama i huminskim kiselinama male molekularne težine. Najmanje molekule humusnih frakcija pokazale su najveće djelovanje na unos nitrata i hormonsku aktivnost u biljci (Calvo i sur. 2014.).

2.5.1.3. Fulvo kiseline

Kao što je objašnjeno u dijelu o huminskim kiselinama, humusne tvari su podijeljene u različite kategorije koje uključuju: huminske kiseline, fulvo kiseline i humuse (Calvo i sur. 2014.). Povijesno gledajući, huminske kiseline su one sa molekulskom težinom do nekoliko tisuća Daltona, dok su fulvo kiseline tipično u rasponu od nekoliko stotina Daltona (Varanini i Pinton 2001.). Smatra se da su fulvo kiseline organske frakcije tla razgradive u kiselinama i lužinama (Stevenson 1994.). Fulvo kiseline imaju veću ukupnu kiselost, veći broj karboksilnih skupina, veći kapacitet adsorpcije i izmjene kationa u usporedbi sa huminskim kiselinama. Zbog male molekularne veličine, fulvo kiseline mogu proći kroz mikropore biološkog ili umjetnog sustava membrana, dok huminske kiseline ne mogu. Fulvo kiseline mogu igrati ulogu helatora u mobilizaciji te transportu Fe i drugih mikroelemenata (Bocanegra i sur. 2006.). Zbog svoje male molekularne težine fulvo kiseline mogu opstati u hranjivoj otopini prilikom visokog EC-a i širokog raspona pH-vrijednosti (Calvo i sur. 2014.). Stoga, imaju dugoročni potencijal za interakciju sa korijenom biljaka (Varanini i Pinton 2001.). Kod krastavca je zabilježen veći broj cvjetova po biljci. U ranim radovima zabilježeno je poboljšano usvajanje N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe i Zn u biljkama krastavca uzgojenim u Hoaglandovoj otopini (Rauthan i Schnitzer 1981.).

Utvrđeno je pozitivno djelovanje fulvo kiselina na stres selenom. Selen (Se) je u većim koncentracijama u tlu štetan za biljke, što rezultira usporenim rastom bilja. Žitarice tretirane fulvo kiselinama na području sa manjom koncentracijom selenima imale su poboljšani rast korijena, a na područjima sa visokom koncentracijom imale su manji broj simptoma: usporeni rast, kloroza lista, i venuća. U daljnjim istraživanjima utvrđeno je da fulvo kiseline stimuliraju rast klorofila II, te izrazito povećavaju usvajanje elemenata u tragovima primjerice Pb^{2+} , a pri višim koncentracijama istih usvajanje se povećava sa smanjenom toksičnosti (Calvo i sur. 2014.).

Huminske i fulvo kiseline mogu doći u interakciju sa hranjivima u tlu te izazvati fiziološke reakcije biljaka koje dovode do bržeg rasta biljke te u nekim slučajevima veće otpornosti na abiotički stres. Velik broj publikacija pokazuje da huminske i fulvo kiseline pozitivno djeluju na uzgajano bilje u vidu povećanog prinosa, kvalitete ili tolerancije na stres (Calvo i sur. 2014.).

2.5.1.4. Proteinski hidrolizati i amino kiseline

Stimulacija rasta biljaka i pojačana tolerancija na biotske i abiotičke stresove zabilježene su prilikom primjene raznovrsnih proizvoda na bazi proteina. Takvi stimulativni utjecaji pokazali su se značajnima kroz djelovanje kao hranjivo, odnosno dodatni izvor dušika (Ertani i sur. 2009). Zabilježen je unos amino kiselina folijarnom primjenom (Calvo i sur. 2014.).

Proizvodi na bazi proteina mogu biti podijeljeni u dvije glavne kategorije: proteinski hidrolizati sastavljeni od mješavine peptida i amino kiseline poput glutamata, glutamina, prolina i glicin betaina. Proteinski hidrolizati su pripremljeni enzimatskom, kemijskom ili termičkom hidrolizom raznovrsnih životinjskih i biljnih ostataka, uključujući životinjska

epitelna i vezivna tkiva, životinjski kolagen i elastin, proteine klice rogača, ostatke lucerne, otopljene destilate kondenzata žita, glikoproteine staničnih stijenki duhana, te proteine algi. Glavne amino kiseline su alanin, arginin, glicin, prolin, glutamat, glutamin, valin i leucin (Calvo i sur. 2014.).

Postoje dokazi da proteinski hidrolizati i specifične amino kiseline uključujući prolin, betain, te njihove derivate i njihove preteče mogu izazvati odgovore biljnih obrambenih mehanizama, te povećati toleranciju biljaka na određene abiotičke stresove, uključujući zaslanjenost, sušu, te nepovoljne temperaturne i oksidacijske uvjete. Mješavina aminokiselina/peptida/šećera izvedena iz staničnih stijenki implicirala je ekspresiju tri gena koji aktiviraju signal za stres i dva gena koji odgovaraju na podražaj oksidativnog stresa kod biljaka krastavca. Izvješće pokazuje kako hidrolizati životinjskog podrijetla stvoreni kemijskom ili enzimatskom hidrolizom ne pokazuju toksične ili genotoksične utjecaje na mikroorganizme u tlu, kvasce, te biljke i smatra se sigurnim za upotrebu u konvencionalnom i ekološkom uzgoju (Calvo i sur. 2014.).

2.5.1.5. Ekstrakti algi

Alge se koriste tisućljećima, izravno ili nakon kompostiranja kao dopuna kako bi se poboljšala plodnost tla i produktivnost biljaka. Nakon inicijalnog razvoja procesa proizvodnje tekućih ekstrakata algi 1950-ih, razni komercijalni proizvodi od ekstrakta algi dostupni su širom svijeta za korištenje u poljoprivredi i hortikulturi (Calvo i sur. 2014). Zabilježeno je kako ekstrakti algi djeluju kao helatori, poboljšavajući usvajanje minerala od strane biljaka te poboljšavajući strukturu i aeraciju tla, što može dovesti do stimulacije rasta korijena. Ekstrakti algi također djeluju kao biostimulatori, poboljšavajući klijanje i razvoj sjemena, rast biljke, prinos, broj cvjetova i plodova po biljci, te otpornost na biotičke i abiotičke stresove. Biostimulativni efekt posljedica je prisutstva biljnih hormona rasta i srodnih spojeva male molekularne težine koji se nalaze u ekstraktima. Druga istraživanja navode veće molekule koja uključuju jedinstvene polisaharide i polifenole koji mogu također biti važni biostimulatori, poput alelokemikalija, koje poboljšavaju otpornost na stresove (Calvo i sur. 2014.).

Mnogi komercijalni ekstrakti algi pripremljeni su od smeđih algi, poput *Ascophyllum nodosum*, *Fucus*, *Laminaria*, *Sargassum* i *Turbinaria* spp. Procesi komercijalne proizvodnje ekstrakata generalno su zaštićeni patentom, no mogu uključivati korištenje vode, kiselina, ili lužina kao ekstrakta sa ili bez zagrijavanja, ili fizičku disocijaciju algi mljevenjem pri niskoj temperaturi ili visokom tlaku (Craigie 2011.). Konačni proizvod pripremljen je kao tekućina ili suha tvar, te može biti kombiniran sa makroelementima i mikroelementima biljnih hraniva (Craigie 2011.). Ekstrakti su aktivni kao biostimulatori u malim koncentracijama (razrijeđeni u omjeru 1:1000 ili većem), djelovanja različitih od onih prilikom korištenja konvencionalnih hranjiva. Ekstrakti algi su kompleksna mješavina komponenti koje mogu varirati ovisno o izvoru, sezoni berbe i procesu ekstrakcije algi (Sharma i sur. 2012.). One sadrže širok raspon organskih i mineralnih komponenti koje uključuju jedinstvene i kompleksne polisaharide, koji

se ne nalaze kod biljaka na kopnu poput laminarina, fucoidana i alginata, te biljnih hormona (Calvo i sur. 2014.). Sharma i sur (2012.) su analizirali sastav pet vrsta smeđih algi. Ugljik, dušik, lipidi, te sastav pepela varirao je signifikantno među vrstama u ovisnosti o vremenu berbe i tipu ekstrakcije, a varirao je u rasponu C 25-39%, N 1-3%, lipida 1-4%, te pepela 18-48%. Među pet vrsta smeđih algi postojale su signifikantne razlike u koncentraciji minerala Fe, I, K, Mg i S. Karakteristični produkti pirolize fucoidan, manitol, laminarin i alginatna kiselina pronađeni su u svih pet vrsta algi, no njihove koncentracije su varirale. Nadalje, postojale su razlike u obliku masnih kiselina. Ekstrakti algi sadrže razne biljne hormone poput citokinina, auksina, abscizinske kiseline, gibberlinske kiseline te salicilne kiseline (Craigie 2011.) Svi procesi koji proizlaze od korištenja ekstrakata algi još nisu razjašnjeni, a veće razumjevanje o načinima djelovanja ovog obnovljivog izvora doprinjet će optimizaciji iskoristivosti održivog menadžmenta poljoprivrednih i hortikulturnih sustava (Calvo i sur. 2014.).

3. Materijali i metode

3.1. Testirani kultivari

3.1.1. Bosco

Bosco F1 (slika 3.1.1.1.) je salatni krastavac, hibrid visokog prinosa u srednje ranoj proizvodnji. Biljke su snažne i daju ujednačene plodove tamno zelene boje. Preporučena gustoća sklopa je 1-2 biljke/m², a tolerantan je prema virusu žućenja vena krastavca, pepelnici i točkavosti lista (<http://euro-brod.hr>).

3.1.2. Tajfun

Tajfun (slika 3.1.2.1.) je salatni krastavac. Dužina vegetacije od nicanja to berbe prvih plodova iznosi oko 45 dana. Plod je izduženog cilindričnog oblika, gladak, tamno zelene boje sa svijetlim prugama, dužine oko 17 cm i širine oko 4 cm. Prosječna težina ploda iznosi 180 do 200 g. Tolerantan je prema plamenjači (<http://www.agromaxshop.rs/>).



Slika 3.1.1.1. Kultivar 'Bosco'
(foto: J. Jakunić)



Slika 3.1.2.1. Kultivar 'Tajfun'
(foto: J. Jakunić)

3.2. Primijenjeni biostimulatori

3.2.1. Bioplex

Bioplex je kompleksni biostimulator za folijarnu primjenu ili kroz sustave navodnjavanja kap na kap. Odličan je za jačanje biljnih funkcija. Sadrži makroelemente i mikroelemente (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu), te različite supstance prirodnog podrijetla koje stimuliraju fiziološke

procesu u biljci. To su fitohormoni auksin, giberlin, citokinin i organski ekstrakt manitol, alginatne kiseline, polisaharidi, aminokiseline i drugo. Auksin potiče cvatnju i zametanje plodova, giberlin smanjuje broj cvjetova i formiraju krupnije i kvalitetnije plodove. Citokinin ubrzavaju diobu stanica, stimuliraju dotok hranivih tvari iz drugih dijelova biljke u listove, sprečavaju gubitak klorofila, te odgađaju starenje biljke. Bioplex (slika 3.2.1.1.) poboljšava metaboličke aktivnosti biljaka time što omogućuje apsorpciju biomolekula koje je biljka prestala sintetizirati zbog različitih utjecaja iz okoliša, kao što su mraz, suša ili bolest (<http://www.am-agro.hr>).



Slika 3.2.1.1. Biostimulator Bioplex

Izvor: <http://www.am-agro.hr>

3.2.2. EkoBooster 2

EkoBooster 2 je prirodno organsko gnojivo visoke koncentracije hranivih tvari u lako pristupačnom (helatnom) obliku za biljke te ga one prilikom folijarne primjene u kratkom vremenskom razdoblju usvajaju i ugrađuju u svoju strukturu. Potreba za ovim preparatom došla je iz same prakse, sve većim sušnim ili obilnim kišnim periodima, te visokim temperaturama i naglim zahlađenjima. Sukladno navedenom namjena Eko Booster 2 (slika 3.2.2.1.) preparata je da se ublaže takvi stresni uvjeti ili da se potpuno uklone. Biljke tretirane EkoBoosterom ubrzano rastu, što rezultira većim i kvalitetnijim prinosom. Također utječe na čvrstoću biljaka i povećava njihovu zelenu masu, te povećava otpornost biljaka na bolesti (<http://www.ekopatent.biz>).



Slika 3.2.2.1. Biostimulator Eko Booster 2

Izvor: <https://www.agroklub.com>

3.3. Provedba pokusa

Istraživanje je provedeno tijekom 2016. godine u negrijanom zaštićenom prostoru na pokušalištu Zavoda za povrćarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Dvofaktorijalni pokus je postavljen po metodi slučajnog blokno rasporeda u četiri ponavljanja.

Sjetva je obavljena 31. ožujka u čepove kamene vune, smještene u polistirenske kontejnere sa 240 lončića. Prilikom sjetve sjeme je prekriveno vermikulitom i navlaženo, kako bi se očuvala vlaga i toplina tijekom klijanja. U fazi razvijenih kotiledona i početka razvoja prvog pravog lista, 11. travnja obavljeno je pikiranje u kocke kamene vune brida 10 cm, prethodno natopljene razblaženom hranivom otopinom. Tijekom razdoblja uzgoja presadnica jednom su razmaknute kocke kad su se biljkama počeli dodirivati listovi, kako ne bi došlo do zasjenjivanja i nepoželjnog izduživanja biljaka. Presadnice su uzgojene u grijanom zaštićenom prostoru.

Sadnja na ploče kamene vune obavljena je 3. svibnja. Ploče kamene vune dimenzija 100x15x7,5 cm su natopljene hranivom otopinom, te su na svaku sadene po tri biljke međusobno razmaknute 33 cm. Razmak između redova je iznosio 1,5 m tako da je ostvaren sklop od 2,02 biljke/m². Jedna ploča kamene vune sa tri biljke predstavljala je obračunsku parcelu.

Prvo tretiranje biostimulatorima u koncentraciji 0,2% obavljeno je 15 dana nakon sadnje (slika 3.3.1.), a nakon toga u još tri navrata svakih 10 dana. Netretirane biljke krastavca predstavljale su kontrolnu varijantu.



Slika 3.3.1. Biljke krastavca u vrijeme prvog tretiranja biostimulatorima (foto: J. Jakunić)

Tijekom vegetacije svakodnevno su praćeni mikroklimatski uvjeti zaštićenog prostora (minimalna i maksimalna temperatura i relativna vlaga zraka). Vrijednosti su očitavane minimum/maksimum termohigrometrom. Dva do tri puta tjedno mjerene su pH- i EC-vrijednosti hranjive otopine u spremniku i zoni korijena. Gotova hranjiva otopina (tablica 3.3.1.) sastava planiranog prema Enzo i sur. (2001.) pripremana je iz 100 puta koncentriranih otopina. Ovisno o fenofazi biljke i uvjetima u plasteniku, broj obroka navodnjavanja iznosio je od 6 nakon sadnje do 16 u punoj vegetaciji, dok je trajanje pojedinog obroka bilo u rasponu od 2 do 7 minuta.

U periodu od 30. svibnja do 25. srpnja obavljeno je trinaest berbi (slika 3.3.2.). U svakoj berbi utvrđen je broj i masa tržnih te udio netržnih plodova. Također, praćene su morfološke karakteristike (dužina, promjer i masa) tržnih plodova tijekom plodonošenja. Za utvrđivanje morfoloških karakteristika ploda u svakoj berbi je sa svake parcele odabrano pet plodova na kojima su obavljena mjerenja.

Za statističku obradu dobivenih rezultata korišten je statistički program MSTAT-C. Razlike između prosječnih vrijednosti promatranih svojstava analizirane su analizom varijance (ANOVA), a utvrđene značajne razlike između prosječnih vrijednosti testirane su LSD testom, na razini signifikantnosti $p \leq 0,05$.



Slika 3.3.2. Biljke u punoj vegetaciji (foto: J. Jakunić)

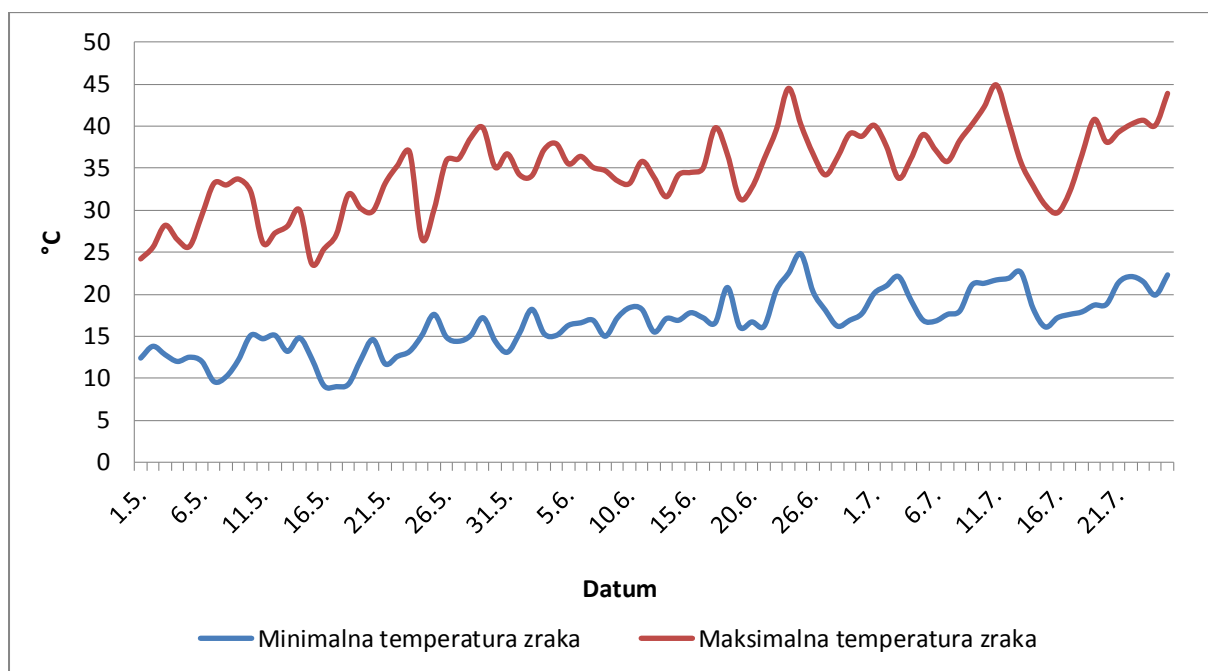
Tablica 3. Preporučeni sustav hranjive otopine za krastavac (Enzo i sur. 2001.)

	Spremnik	Zona korijena
NO_3^- (mmol/L)	16,00	19,00
NH_4^+	1,25	0,0
K^+	8,00	8,00
Ca^{2+}	4,00	6,50
Mg^{2+}	1,50	3,00
SO_4^{2-}	1,50	3,50
H_2PO_4^-	1,50	0,90
Si^{4+}	1,50	3,50
Fe^{3+} ($\mu\text{mol/L}$)	15,00	15,00
Mn^{2+}	10,00	7,00
Zn^{2+}	5,00	7,00
B^{3+}	25,00	50,00
Cu^{2+}	0,75	1,50
Mo^{6+}	0,50	0,0
EC (mS/cm, pri 25 °C)	2,20	3,00
pH-vrijednost	5,5-6,2	5,5-6,2

4. Rezultati i rasprava

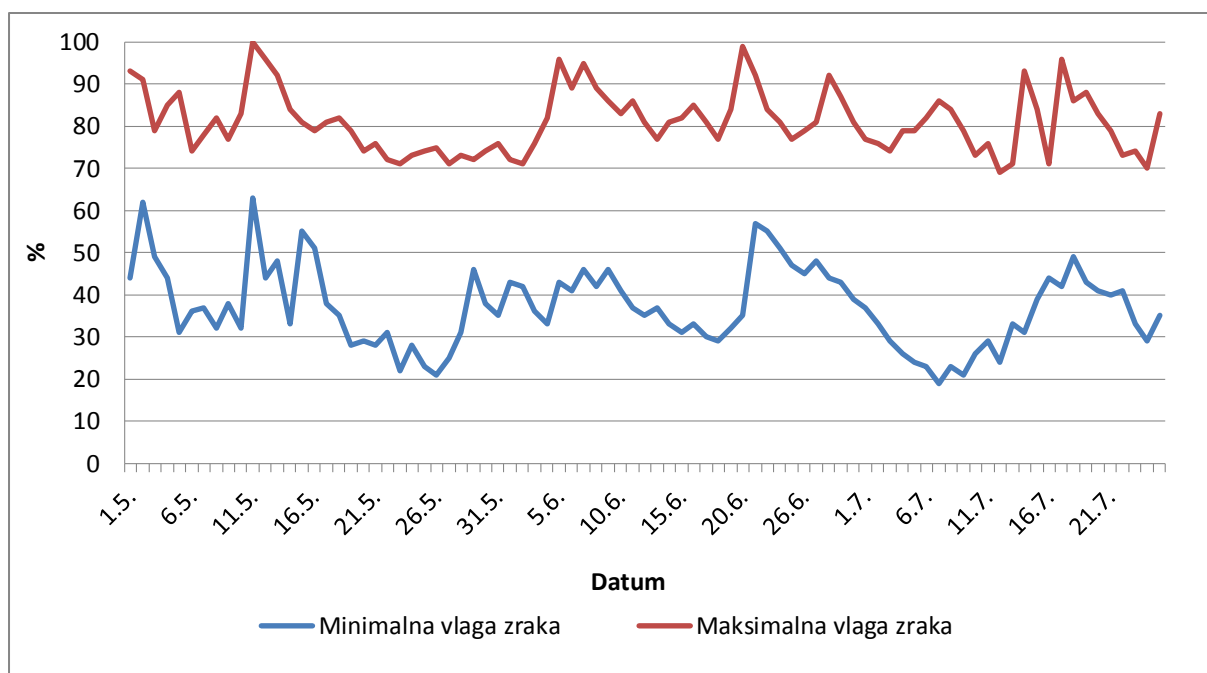
4.1. Temperatura i relativna vlaga zraka

Tijekom vegetacije krastavca svakodnevno je mjerena minimalna i maksimalna temperatura zraka (grafikon 4.1.1.) u zaštićenom prostoru. Prosječna minimalna temperatura zraka tijekom uzgoja krastavca iznosila je 16,5 °C, dok je prosječna maksimalna temperatura iznosila 34,6 °C. Najniža minimalna temperatura izmjerena je 17. svibnja, a iznosila je 9 °C, dok je najviša minimalna temperatura iznosila 25 °C, a izmjerena je 25. lipnja. Tijekom 22 dana vegetacije zabilježene su minimalne temperature niže od 15 °C. Najniža maksimalna temperatura zraka zabilježena je 15. svibnja, a iznosila je 24 °C, dok je najviša maksimalna temperatura zraka iznosila 45 °C, a zabilježena je 11. srpnja. Temperature zraka više od 40 °C izmjerene su tijekom 12 dana vegetacije. Temperaturni raspon između 15 i 40 °C zabilježen je tijekom 48 dana, što iznosi 56% trajanja vegetacije.



Grafikon 4.1.1. Minimalna i maksimalna temperatura zraka tijekom vegetacije krastavca

Na grafikonu 4.1.2. prikazano je variranje vlage zraka u zaštićenom prostoru. Veliku ulogu u rastu i razvoju biljaka ima relativna vlaga zraka koja utječe na intenzitet transpiracije, fotosinteze, oplodnje, te pojavu bolesti. Ona zavisi od apsolutne vlažnosti zraka i temperature. Najveća je rano ujutro, a najmanja oko 14 sati (Parađiković i sur., 2007). Najmanja izmjerena vlaga zraka iznosila je 19 %, a izmjerena je u prvoj dekadi srpnja, dok je najviša izmjerena vlaga zraka zabilježena u drugoj dekadi svibnja, a iznosila je 99%. Prosječna minimalna vlaga zraka iznosila je 37%, a prosječna maksimalna vlaga zraka 81%.



Grafikon 4.1.2. Minimalna i maksimalna relativna vlaga zraka tijekom vegetacije krastavca

4.2. pH- i EC-vrijednost hranjive otopine

Tijekom vegetacije, pH- i EC-vrijednosti mjerene su dva do tri puta tjedno. Prilikom svakog mjerenja uzorkovana je hranjiva otopina iz glavnog spremnika te tri uzorka iz zone korijena. U tablici 4.2.1. prikazane su prosječne dekadne vrijednosti s utvrđenim odstupanjima.

Vidljivo je kako je unatoč variranjima tijekom vegetacije pH-vrijednost u spremniku gotove otopine održavana unutar preporučenog raspona od 5,5 do 6,2, što navode Enzo i sur. (2001.). Najmanje odstupanje od prosjeka zabilježeno je na početku vegetacije ($\pm 0,01$), a najveće u prvoj dekadi lipnja ($\pm 0,40$) i drugoj dekadi srpnja ($\pm 0,37$). U zoni korijena su tijekom većeg dijela vegetacije pH-vrijednosti bile više od 6,2, čemu je razlog blago alkalna reakcija kamene vune. Vrijednosti niže od 6,0 izmjerene su samo u trećoj dekadi svibnja i drugoj dekadi srpnja. Odstupanja od prosječne vrijednosti nisu zabilježena u prvoj dekadi svibnja, dok je najveće odstupanje ($\pm 0,71$) zabilježeno u prvoj dekadi srpnja.

Do druge dekade lipnja EC-vrijednost u spremniku je održavana nešto nižom od preporučeneh 2,2 dS/m, no nakon toga došlo je do porasta tako da su tijekom srpnja prosječne vrijednosti iznosile od 2,71 do 3,25 dS/m. Slična je situacija bila i u zoni korijena, gdje su vrijednosti manje od 3 dS/m (1,59-3,01) održavane do početka srpnja. Porast EC-vrijednosti u spremniku uzrokovao je porast u zoni korijena tako da su u srpnju prosječne vrijednosti bile u rasponu od $3,12 \pm 0,24$ do $3,42 \pm 0,24$.

Prema Hochmuthu (2001) i Reshu (2013), pH-vrijednost u zoni korijena bi trebala iznositi između 5,5 i 6,0, a EC-vrijednost između 2,2 i 2,7 dS/m. Resh (2013) preporučuje povećanje EC-vrijednosti u slučaju pojačanog vegetativnog rasta, pri čemu bi se trebalo procijediti oko

30 % dodane hranjive otopine. Papadopoulos (1994) navodi da se pri nižem intenzitetu svjetlosti EC-vrijednost mora održavati oko 2,2 dS/m, dok kod višeg intenziteta održava oko 2,5 dS/m.

Tablica 4.2.1. Prosječne dekadne pH- i EC-vrijednosti sa standardnom devijacijom

Mjesec	Dekada	pH-vrijednost		EC-vrijednost	
		Spremnik	Zona korijena	Spremnik	Zona korijena
Svibanj	I	6,22 ± 0,01	6,34 ± 0,00	1,33 ± 0,11	1,59 ± 0,04
	II	5,77 ± 0,23	6,18 ± 0,26	1,39 ± 0,05	1,86 ± 0,05
	III	5,96 ± 0,16	5,88 ± 0,25	1,80 ± 0,19	2,42 ± 0,26
Lipanj	I	5,88 ± 0,40	6,10 ± 0,42	2,12 ± 0,18	3,01 ± 0,19
	II	6,09 ± 0,25	6,37 ± 0,13	2,40 ± 0,24	2,19 ± 0,10
	III	6,21 ± 0,21	6,30 ± 0,28	2,71 ± 0,39	2,75 ± 0,23
Srpanj	I	5,51 ± 0,12	6,43 ± 0,71	3,01 ± 0,36	3,39 ± 0,07
	II	5,53 ± 0,37	5,82 ± 0,29	2,71 ± 0,24	3,12 ± 0,24
	III	6,26 ± 0,09	6,54 ± 0,11	3,25 ± 0,33	3,42 ± 0,24

4.3. Morfološka svojstva ploda

Testirani kultivari krastavca međusobno su se značajno razlikovali po duljini i promjeru ploda dok im je masa bila statistički podjednaka (tablica 4.3.1.). Kultivar Bosco je razvio značajno duže plodove (20,9 cm), a kultivar Tajfun plodove značajno većeg promjera (4,9 cm). Pozitivno djelovanje biostimulatora na morfološka svojstva ploda nije utvrđeno budući da su značajno najkrupniji plodovi (280 g) ubrani sa kontrolnih biljaka, a za duljinu (18,8 do 19,4 cm) i promjer ploda (4,6 do 4,7 cm) nisu utvrđene statistički značajne razlike.

Među testiranim interakcijama utvrđene su statistički značajne razlike za sva tri promatrana svojstva (tablica 4.3.1.). Najkrupnije plodove razvio je kultivar Bosco tretiran Bioplexom (278 g) i bez tretiranja (277 g). Nešto niža, ali statistički podjednaka krupnoća plodove utvrđena je i kod kultivara Tajfun bez tretiranja (261 g) i tretiranog Bioplexom (258 g). Oba kultivara su plodove najmanje mase razvila na biljkama treniranim biostimulatorom EkoBooster 2. Sve tri interakcije kultivara Bosco i biostimulatora razvile su plodove značajno veće duljine (20,1 do 21,4 cm) u odnosu na interakcije kultivara Tajfun i biostimulatora (17,3 do 17,5 cm). S druge strane, značajno veći promjer (4,8 do 4,9 cm) zabilježen je kod interakcija kultivara Tajfun i biostimulatora nego kod interakcija kultivara Bosco i biostimulatora (4,4 do 4,5 cm).

Benko i sur. (2011.) su u uzgoju krastavca na različitim supstratima bez primjene biostimulatora utvrdili masu ploda od 163 do 192 g, duljinu od 16,9 do 19,2 cm i promjer od 3,7 do 4,4 cm. Manje vrijednosti ali i znatno veću varijabilnost duljine i promjera ploda su ovisno o primijenjenom biostimulatoru utvrdili Farrag i sur (2015.). Najmanje vrijednosti su utvrđene kod kontrole (duljina od 10,67 do 11,12 cm i promjer od 2,5 do 2,87 cm), a

signifikantno veće kod svih primijenjenih biostimulatora. Najveću prosječnu duljinu ploda (14,87 cm) i najveći prosječni promjer ploda (3,85 cm) te prosječnu masu ploda (160 g) dale su biljke tretirane smjesom biostimulatora.

Tablica 4.3.1. Morfološka svojstva tržišnih plodova krastavca

	Morfološko svojstvo		
	Masa ploda, g	Duljina, cm	Promjer, cm
Faktor A	Kultivar		
Bosco (BO)	247	20,9 a	4,4 b
Tajfun (TA)	236	17,4 b	4,9 a
Faktor B	Biostimulator		
Bioplex (B)	216 b	19,3	4,6
EkoBooster 2 (E)	229 b	18,8	4,6
Kontrola (K)	280 a	19,4	4,7
Interakcija A x B	Kultivar x biostimulator		
BOB	278 a	21,3 a	4,5 b
BOE	253 b	20,1 a	4,4 b
BOK	277 a	21,4 a	4,4 b
TAB	258 ab	17,3 b	4,8 a
TAE	254 b	17,5 b	4,9 a
TAK	261 ab	17,4 b	4,9 a

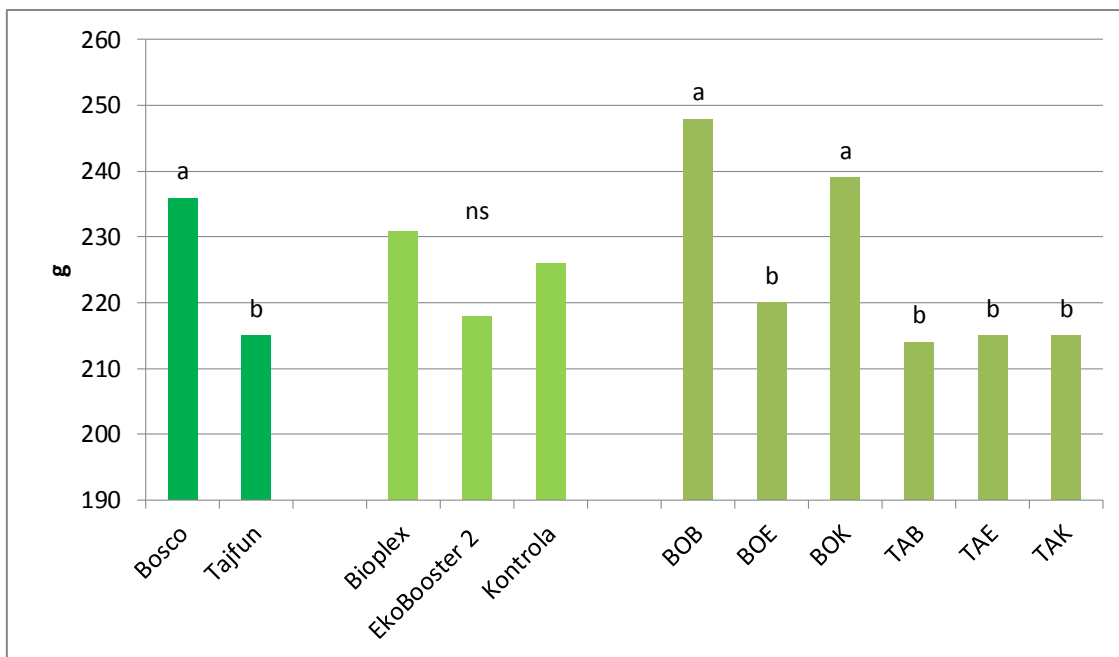
*Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, $p \leq 0,05$

4.4. Masa tržišnih plodova

Za razliku od rezultata praćenja morfoloških svojstava, kad se u obzir uzmu svi tržišni plodovi utvrđene su statistički značajne razlike u masi tržišnih plodova između testiranih kultivara, a primijenjeni biostimulatori nisu imali značajna utjecaj na navedeno svojstvo (grafikon 4.4.1.). Kultivar Bosco razvio je tržišne plodove prosječne mase 236 g, a kultivar Tajfun 215 g. Najkrupnije plodove mase 231 g razvile su biljke tretirane Bioplexom, dok su biljke tretirane EkoBoosterom 2 razvile najsitnije (218 g).

Biljke kultivar Bosco tretirane Biolexom razvile su najkrupnije plodove (248 g). Plodovi podjednake krupnoće (239 g) razvili su se na kontrolnim biljkama. Ostale testirane interakcije razvile su plodove značajno manje mase, u rasponu od 214 do 220 g.

Farrag i sur (2015.) su utvrdili kako folijarno tretiranje biostimulatorima, mikroorganizmima i/ili njihovim smjesama signifikantno povećava masu ploda te rani i ukupni prinos krastavca. Rezultati su pokazali da je folijarno tretiranje smjesom biostimulatora dalo najveće povećanje mase i prinosa u usporedbi sa kontrolom. Suprotno tome, a u skladu s rezultatima ovog istraživanja, Raeisi i sur. (2013.) su utvrdili kako utjecaj biostimulatora na broj plodova, promjer i masu ploda, te duljinu internodija i promjer stabljike nije signifikantan.



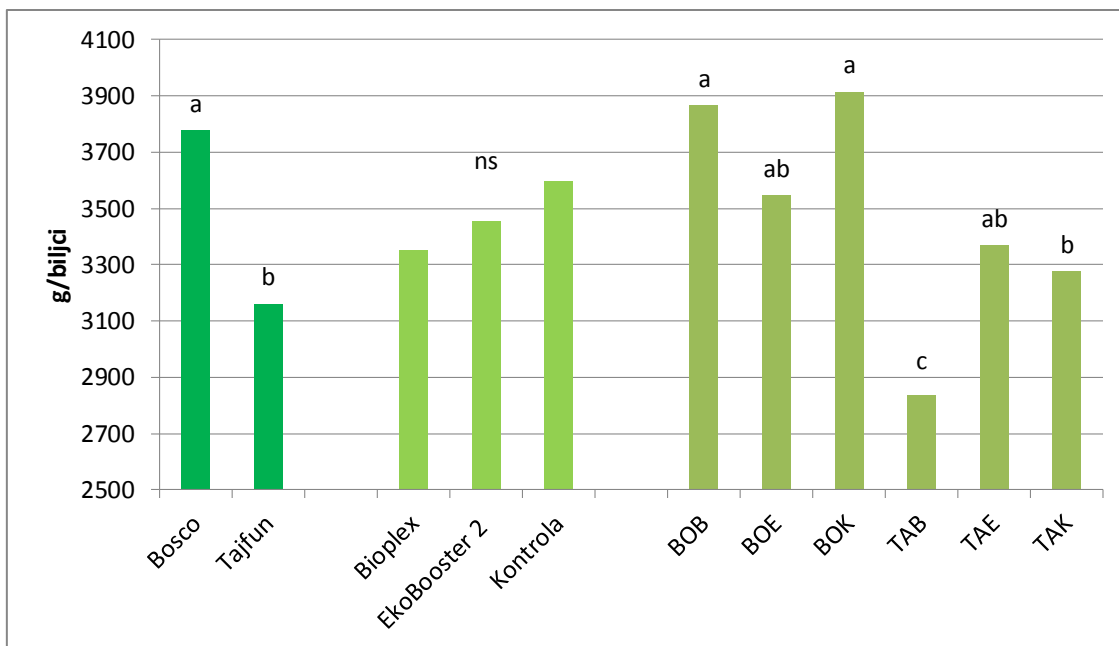
Grafikon 4.4.1. Masa tržnih plodova krastavca

4.5. Tržni prinos

Kao i kod mase tržnih plodova, tako su i kod tržnog prinosa (grafikon 4.5.1.) utvrđene statistički značajne razlike među testiranim kultivarima (Bosco 3775 g/biljci, Tajfun 3160 g/biljci), dok primijenjeni biostimulatori nisu značajno utjecali na tržni prinos (3350 do 3596 g/biljci).

Najviši tržni prinos ostvaren je na kontrolnim biljkama kultivara Bosco (3915 g/biljci) i bio je statistički podjednak s prinosom biljaka tretiranih biostimulatorima (3864 i 3546 g/biljci), te prinosom kultivara Tajfun tretiranog EkoBoosterom 2 (3367 g/biljci). Kontrolne biljke kultivara Tajfun kao i one tretirane biostimulatorom Bioplex ostvarile su signifikantno niže prinose od 3277 i 2836 g/ biljci (grafikon 4.5.1.).

Yoursy i sur. (2009.) navode kako primjena suhih kvasaca, H_2O_2 , huminske kiseline i aminokiseline u većini slučajeva pozitivno utječu na rani i ukupni prinos. Suprotno tome tretiranje salicilnom kiselinom rezultira najmanjim vrijednostima bez signifikantnih razlika u usporedbi sa kontrolom. Signifikantno veći prinos od kontrole (8 kg/m^2) dale su biljke tretirane huminskom kiselinom, kvascem, te H_2O_2 (12 kg/m^2). Najveći prinos krastavca kod biljaka tretiranih humusnom kiselinom može se okarakterizirati pojačanim rastom biljke, uglavnom zbog hormonskih aktivnosti huminskih kiselina, njihovim utjecajem na stanično disanje, fotosintezu, sintezu proteina i razne neenzimatske reakcije. Značajno povećanje prinosa pod utjecajem biostimulatora navode i Raeisi i sur. (2013.).



Grafikon 4.5.1. Tržni prinos krastavca

4.6. Udio tržnih i netržnih plodova

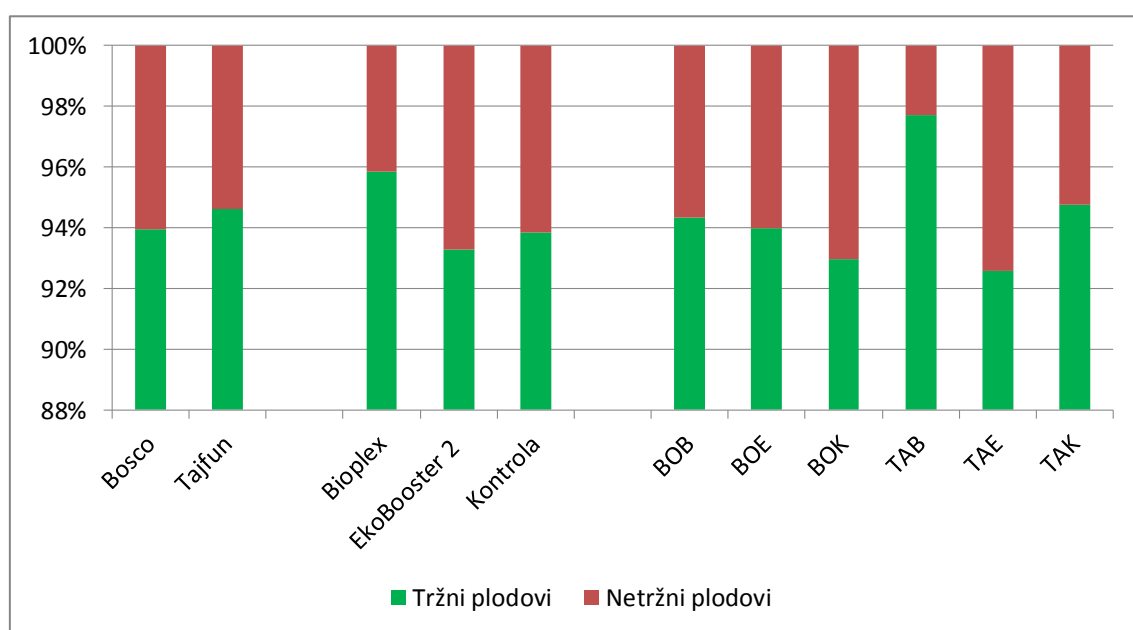
Ovisno o testiranom kultivaru po biljci je prosječno ubrano od 14,1 do 15,5 tržnih i od 0,8 do 1 netržnih plodova. Sa kontrolnih biljaka ubrano je prosječno 15,2 tržna ploda i 1 netržni, dok je kod primjene biostimulatora ubrano 13,8 i 0,6 (Bioplex), odnosno 15,2 i 1,1 (EkoBooster 2) tržnih i netržnih plodova. Najviše tržnih i netržnih plodova (15,9 i 1,2) ubrano je sa kontrolnih biljaka kultivara Bosco, dok je najmanje (12,7 tržnih i 0,3 netržna ploda po biljci) ubrano sa biljaka kultivara Tajfun tretiranih Bioplexom (tablica 4.6.1.)

Tablica 4.6.1. Broj tržnih i netržnih plodova ubranih po biljci

	Tržni plodovi, kom.	Netržni plodovi, kom
Faktor A	Kultivar	
Bosco (BO)	15,5	1
Tajfun (TA)	14,1	0,8
Faktor B	Biostimulator	
Bioplex (B)	13,8	0,6
EkoBooster 2 (E)	15,3	1,1
Kontrola (K)	15,2	1
Interakcija A x B	Kultivar x biostimulator	
BOB	15	0,9
BOE	15,6	1
BOK	15,9	1,2
TAB	12,7	0,3
TAE	15	1,2
TAK	14,5	0,8

Tijekom istraživanja utvrđen je visok udio tržnih plodova, odnosno, ovisno o kultivaru, primijenjenom biostimulatoru i njihovoj interakciji, udio netržnih plodova (grafikon 4.6.1.) bio je u rasponu od 2,5 (Tajfun x Bioplex) do 7,2% (Tajfun x EkoBooster 2). Udio netržnih plodova iznosio je 5,4% kod kultivara Tajfun, odnosno, 6,1% kod kultivara Bosco. Najmanje netržnih plodova ubrano je sa biljaka tretiranih Bioplexom (4,2%), dok je sa biljaka tretiranih EkoBoosterom 2 ubrano 6,7% netržnih plodova. Kontrolne biljke razvile su 6,2% netržnih plodova.

Najviše netržnih plodova ubrano je tijekom treće dekade lipnja (podaci nisu prikazani) kad je svakodnevno maksimalna temperatura zraka bila viša od 35 °C.



Grafikon 4.6.1. Udio tržnih i netržnih plodova

Ostvareni rezultati usporedivi su s rezultatima dvogodišnjeg istraživanja Hamail i sur. (2014.) s time da je u njihovom istraživanju utvrđen značajno veći broj plodova po biljci prilikom tretiranja biostimulatorima. Navedeni autori su utvrdili signifikantno veći broj plodova po biljci kod biljaka tretiranih fulvinskim kiselinama (12,73 do 13,07), efektivnim mikroorganizmima (14,87 do 15,27) i ekstraktima kvasca (13,53 do 13,93) u odnosu na kontrolu (9,6 do 9,87).

5. Zaključci

Temeljem rezultata jednogodišnjeg istraživanja može se zaključiti sljedeće:

- tijekom vegetacije krastavca u negrijanom zaštićenom prostoru zabilježena su značajna variranja temperature i relativne vlage zraka te sastava hranjive otopine, što može negativno utjecati na biljke, ali i umanjiti pozitivan utjecaj biostimulatora,
- prilikom praćenja morfoloških svojstava ploda utvrđeno je da se testirani kultivari međusobno značajno razlikuju, dok je pozitivan utjecaj primijenjenih biostimulatura izostao,
- testirani kultivari su se značajno razlikovali po masi tržnih plodova i ostvarenom tržišnom prinosu,
- tijekom perioda plodonošenja nisu utvrđene signifikantne razlike između primijenjenih biostimuladora i kontrole što se tiče mase tržnih plodova i tržišnog prinosa,
- signifikantne razlike utvrđene su između interakcija kultivara i biostimuladora, no one su uzrokovane značajnim razlikama među testiranim kultivarima,
- preporučuje se ponoviti istraživanje uz nešto raniju sadnju u zaštićenom prostoru koji ima mogućnost boljeg reguliranja mikroklimatskih čimbenika i uz odabir većeg broja kultivara i biostimuladora, s ciljem ostvarivanja točnijih rezultata.

6. Popis literature

1. Aguirre E., Leménager D., Bacaicoa E., Fuentes M., Baigorri R., Zamarreño A.M., García-Mina J.M. (2009). The root application of a purified leonardite humic acid modifies the transcriptional regulation of the main physiological root responses to Fe deficiency in Fe-sufficient cucumber plants. *Plant Physiol Biochem.* 47(3): 215-223.
2. Benko B., Fabek S. (2009). Hidroponski uzgoj krastavaca. *Glasnik zaštite bilja* 32(4): 4-10.
3. Benko B., Fabek S., Baričević R., Borošić J., Toth N., Žutić I. (2011). Izbor supstrata za hidroponski uzgoj krastavaca. *Glasnik zaštite bilja* 34(1): 30-37.
4. Borošić J., Benko B., Toth N. (2011). Hidroponski uzgoj povrća. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.
5. Calvo P., Nelson L., Kloepper Joseph W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant soil* 383: 3-41, DOI 10.1007/8s11104-014-2131-8.
6. Craigie J.S. (2011). Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *J Appl Phycol* 23: 371-394.
7. Du Jardin P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae* 196: 3-14.
8. El-Nemr M.A., El-Desuki M., El-Bassiony A.M., Fawzy Z.F. (2012). Response of growth and yield of cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) to different foliar applications of humic acid and bio-stimulators. *Ast J Basic Appl Sci* 6: 630-637.
9. Enzo M., Gianquinto G., Lazzarin R., Pimpini F., Sambo P. (2001). Principi tecnico-agronomici della fertirrigazione e del fuori suolo. Tipografia-Garbin, Padova.
10. Farrag D.KH., Omara A.A., El-Said M.N. (2015). Significance of foliar spray with some growth promoting rhizobacteria and some natural biostimulants on yield and quality of cucumber. *Plant. Egypt. J. Hort.* 42(1): 321-322.
11. Hamail A.F., Hamada M.S., Tartoura E.A., Abd El-Hady M.A. (2014). Effect of N-forms and biostimulants on productivity of cucumber: 2. Flowering characters, yield and its components. *J. Plant Production, Mansoura Univ.*, 5(4): 573-583.
12. Hochmut, R.C. (2001). Greenhouse cucumber production. Florida greenhouse vegetable production handbook – Vol. 3, University of Florida, USA.
13. Hussain A., Hasnain S. (2009). Cytokinin production by some bacteria: Its impact on cell division in cucumber cotyledons. *Afr J Microbiol Res* 3: 704-712.

14. Karakurt Y., Unlu H., Unlu H., Padem H. (2009). The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B Plant Soil Science*, 59 (3): 233- 237.
15. Lešić R., Borošić J., Butorac I., Ćustić M., Poljak M., Romić D. (2004). *Povrćarstvo*. Zrinski, Čakovec.
16. Liebman M., Davis A.S. (2000). Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. *Weed Res.* 40:27-47
17. Mattner S.W., Wite D., Riches D.A., Porter I.J., Arioli T. (2013). The effect of kelp extract on seedling establishment of broccoli on contrasting soil types in souther Victoria, Australia. *Biol Agric Hortic* 29: 258-270.
18. Mora V, Bacaicoa E, Zamarreño A-M et al (2010) Action of humic acid on promotion of cucumber shoot growth involves nitrate-related changes associated with the root-to-shoot distribution of cytokinins, polyamines and mineral nutrients. *J Plant Physiol* 167: 633–642.
19. Nardi S, Carletti P, Pizzeghello D, Muscolo A. (2009). Biological activities of humic substances. In: Sensi N, Xing B, Huang PM, editors. *Biophysico-chemical processes involving natural nonliving organic matter in enviromental systems*. Vol2. Hoboken, NJ: Wiley pp 300-340.
20. Papadopoulos, A.P., (1994). Growing greenhouse seedless cucumbers in soil and in soilless media. Publication 1902/E Research station Harrow, Ontario, Canada.
21. Parađiković, N. (2009). *Opće i specijalno povrćarstvo*. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
22. Parađiković N., Vinković T., Teklić T., Bilajac R., Tolušić M. (2007). Influence of temperature and relative air humidity on calcium deficiency in tomato fruit (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Agronomski glasnik* 6: 473-482.
23. Raeisi M., Palashi M., Babaie Z. (2013). A study of the effect of biofertilizers containing amino acid on the yield and growth traits of cucumber (*Cucumis sativus*) var. Royal. *Intl J Farm & Alli Sci* 2(20): 857-860.
24. Rauthan B.S., Schnitzer M. (1981). Effects of a soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. *Plant Soil* 63: 491-495.
25. Resh, H.M. (2013). *Hydroponic food production: a definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower*. Seventh edition. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
26. Sharma S.H.S., Lyons G., McRoberts C. McCall D., Carmichael E., Andrews F., Swan R., McCormack R., Mellon. R. (2012). Biostimulant activity of brown seaweed species from Stangford Laugh: compostional analyses of polysaccharides and bioassay of extracts

- using mung bean (*Vigna mungo* L.) and pak choi (*Brassica rapa chinensis* L.). J Appl Phycol 24: 1081-1091.
27. Stevenson F.J. (1994). Humus chemistry: genesis, composition, reactions. Wiley, New York
 28. Varanini Z., Pinton R. (2001). Direct versus indirect effects of soil humic substances on plant growth and nutrition. In: Pinton R., Varanini Z., Nannipieri P. (eds) The rhizosphere. Marcel Dekker, Basel pp 141-158.
 29. Vukadinović V., Jug I., Đurđević B. (2014). Ekofiziologija bilja. Sveučilišni udžbenik, Naklada NSS.
 30. Yoursy A., Bayoumi Manal A. Abd Alla, Hatam A.K. (2009). Impact of foliar application with some bio and chemical stimulants on growth, yield and some endogenous hormones of cucumber plants (*Cucumis sativus* L.). Minufiya J. Agric. Res. 34(1): 177-190.
 31. Ziosi V., Zandoli R., Di Nardo A. (2013). Biological activity of different botanical extracts as evaluated by means of an array of in vitro and in vivo bioassays. Acta Hort. 1009: 61-66.

Popis korištenih poveznica:

Agrimatco d.o.o.

<http://www.am-agro.hr/portfolio/bioplex-maxi-grow-excal/>

Agromax-Palić d.o.o.

<http://www.agromaxshop.rs/semi-povrca-profesionalni/krastavac/tajfun-25-g>

Ekopatent

<http://www.ekopatent.biz/wordpress/galerija/ekobooster-2/>

Euro-Brod d.o.o.

<http://euro-brod.hr/wp-content/uploads/2015/11/Bayer%202016%20HR.pdf>

Izvori slika:

Slika 2.1.1. Krastavac sa grudom supstrata

<https://thumbs.dreamstime.com/z/healthy-development-cucumber-plants-soil-roots-above-ground-parts-plant-white-background-growing-cucumbers-planting-53662470.jpg>

Slika 2.1.2. Morfologija ploda krastavca

<http://biology4isc.weebly.com/seeds-and-fruits.html>

Slika 3.2.1.1. Biostimulator Bioplex

http://www.am-agro.hr/wp-content/uploads/2012/03/Bioplex-1L_resize.jpg

Slika 3.2.2.1. Biostimulator Ekobooster 2

https://www.agroklub.com/upload/slike/oglasnik/6571_1.jpg

7. Životopis

Jurica Jakunić rođen je 23. siječnja 1987. godine u Zagrebu. Završio je srednju elektrotehničku školu, te stekao zvanje tehničar za elektrostrojarstvo. Preddiplomski studij upisuje 2007. godine na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, a završava u rujnu 2013. godine obranom završnog rada: „Tehnologija uzgoja rajčice u tlu i kamenoj vuni“. Stječe zvanje stručnog prvostupnika (baccalaureus) ekološke poljoprivrede. Diplomski studij Hortikultura, usmjerenje Povrćarstvo upisuje na matičnom Fakultetu 2013. godine. Od 2005. godine se dodatno stručno usavršava kao radnik na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu, a kasnije kao nositelj gospodarstva.